



TITLE:

高圧液化ガス大規模岩盤貯槽における気密性確保及び評価法に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

岡崎, 百合子

CITATION:

岡崎, 百合子. 高圧液化ガス大規模岩盤貯槽における気密性確保及び評価法に関する研究. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r12927>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	岡崎 百合子
論文題目	高压液化ガス大規模岩盤貯槽における気密性確保及び評価法に関する研究 （論文内容の要旨） 本論文は、割目が多く極めて不均質な水理地質特性を有する我が国の岩盤において、 高压ガスの水封式地下岩盤貯蔵を可能とする統合的な地下水制御手法の構築と、世界 最大級の大規模貯槽における高精度な気密性評価システムの確立に関する研究成果を とりまとめたものであり、序論及び結論を含め8章から構成されている。 第1章は序論であり、本研究の背景として、倉敷及び波方国家石油ガス備蓄基地に おいて我が国で初めて高压液化ガスの水封式地下岩盤貯槽を建設するにあたり生じた 課題とともに、本研究の目的と内容の概要を述べている。 第2章では、国内外における高压液化ガス水封式地下岩盤貯槽の水封機能と気密性 評価に関する既往の研究と、それらに基づく海外の先行事例における設計概念や手法 を整理し、我が国の高压液化ガス水封式地下岩盤貯槽を建設する際の課題を提示する とともに、本研究の目的及び位置付けを明確にしている。 第3章では、倉敷及び波方基地における貯槽規模等の設備概要をはじめ、水封式地 下岩盤貯槽にとって重要となる地形・地質性状及び水理地質特性、また、海外の先行 事例に倣った水封機能に関する当初設計について示されている。 第4章では、第2章で提示された課題に対し、波方基地及び倉敷基地のサイトで原 位置小規模気密試験を実施し、大規模な貯槽において高精度な気密性評価を実現する ための貯槽内圧変動要因の計測方法や計器配置について検討を行っている。また、気 密限界以上まで試験空洞を加圧した時の地下水挙動を分析することで、不均質な水理 地質特性を有する岩盤において水封機能を確保するために参考とすべき知見を示して いる。 第5章では、第4章で得られた知見を基に、割目が多く極めて不均質な水理地質特 性を有する我が国の岩盤貯槽において、水封機能を確保するための地下水挙動制御手 法と、世界最大級となる大規模貯槽の気密性の高精度に評価できるシステムを構築し ている。地下水挙動制御手法においては、不均質な岩盤特性に対応するための施工と して、グラウトによる貯槽周辺の透水性改良帯の形成と、水平及び鉛直水封ボーリン グから成る水封カーテンの構築に加え、貯槽周辺の間隙水圧計による網羅的な地下水 挙動モニタリングの導入により、それらの施工及び管理基準を水封機能確保の観点に より定めた。さらに、3次元不均質モデルや理論式を用いた差圧相関関係より、水封機 能上最も厳しい状況下となる貯槽気密試験における貯槽周辺の地下水挙動を綿密に予 測し、一度での完遂が求められる気密試験時の水封機能を確保する為の確認手法を提 案している。気密性評価法については、大規模貯槽の高精度な気密性評価を可能にす る計測システムを、現場計測環境を鑑みた設計により実現し、緻密な現場据付管理に より品質を管理する手法を確立している。また、貯槽規模や貯槽内湧水分布等の影響 を考慮した、大規模貯槽内における適切な計器配置設定方法についても提案されてい		

京都大学	博士（工学）	氏名	岡崎 百合子
<p>る．</p> <p>第 6 章では，第 5 章で構築した地下水制御手法及び気密性評価法を倉敷基地及び波方基地に適用し，不均質な岩盤特性に対応した施工結果と，貯槽掘削完了時での水封機能確認の結果を示すとともに，気密性評価のために策定した計測計画について述べている．不均質な岩盤特性に対応した施工結果としては，貯槽周辺のグラウトによる透水性改良結果，貯槽全領域に亘る水封カーテン機能の評価して構築された水封ボーリング孔配置，及び掘削に伴い判明した水理地質特性を反映した 3 次元不均質モデルの概要と貯槽周辺の間隙水圧計測により貯槽掘削時の地下水挙動を管理した結果について示している．さらに，貯槽掘削完了時の水封機能確認を目的に，水封昇圧試験を実施し，掘削時の施工品質を確認するとともに，当該試験の計測値に基づき，3 次元不均質モデルや理論式を用いた差圧相関関係より貯槽気密試験時の地下水挙動を予測し，水封機能の評価した結果について示されている．気密性評価のための計測計画については，内圧変動の補正要因の中で特に影響の大きい貯槽内温度計測について，貯槽規模や貯槽内湧水分布等の影響を考慮して計器を配置し，計器据付においても，提案した手法に基いて緻密に現場管理し，要求性能を満足することを確認している．</p> <p>第 7 章では，第 6 章において策定した気密試験計画に基づき，倉敷基地及び波方基地で試験を実施し，その結果に基づいた気密性評価及び判定を行い，構築した地下水制御手法及び気密性評価法の有用性を確認している．両基地の気密試験では，貯槽加圧速度の変更や加圧の一時停止によって貯槽加圧時の地下水挙動を管理し，貯槽内圧変動やその補正要因の高精度な計測により貯槽気密性を評価し，両基地は極めて高い気密性を有すると判定されている．以上の結果より，一連の提案手法及び評価システムにより，我が国特有の割目を多く有し，極めて不均質な水理地質特性を有する岩盤においても，高圧ガスの水封式地下岩盤貯蔵を可能とすることを実証し，また，世界最大規模の容量を有する貯槽に対して高い気密性を立証している．</p> <p>第 8 章は結論であり，本研究で得られた一連の成果について要約するとともに，今後の展望について述べている．</p>			

(論文審査の結果の要旨)

倉敷及び波方国家 LPG 備蓄基地において、我が国初となる高圧液化ガスの水封式地下岩盤貯槽方式が採用され、これらの地下貯槽は地下約 150m の深度の岩盤中に掘削され、その容積は各々 82 万 m^3 と 91 万 m^3 であり、水封式貯槽としては世界最大規模となる。本論文は、割目が多く極めて不均質な水理地質特性を有する我が国の岩盤において、高圧ガスの水封式地下岩盤貯蔵を可能とする地下水制御手法の構築と、世界最大級の大規模貯槽における高精度な気密性評価システムの確立に関する研究成果をとりまとめたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 水封式地下岩盤貯槽の施工においては、施工時に貯槽周辺岩盤に不飽和状態が発生すると、その回復は非常に困難である。このため、貯槽掘削期間及び貯槽の最終的な品質確認となる気密試験においても、不飽和発生に対する十分な予測と対応が必要である。本研究においては、原位置小規模気密試験において漏気発生時の地下水挙動を分析した結果に基づき、不均質で断層などを有し、割目が多い岩盤での施工においても水封機能が確保される地下水制御手法を提案した。

2. 空洞に対する気密性の評価は、空洞内の内圧変化として評価される。しかしながら、倉敷及び波方基地の巨大貯槽空洞に対する内圧変化を海外の先行事例と同等の信頼性で評価するには、空洞内の気体に対する温度計測値は ± 0.01 度の誤差以内である必要性を示し、原位置小規模気密試験においてその有用性を示した。本体貯槽への適用においては、市販されている白金測温抵抗体では精度が不十分なため、水封式地下岩盤貯槽の環境下で適用可能となる計器設計を行うとともに、現場据付における品質管理法を定めた。

4. 本研究で提案した地下水制御手法に即した施工を倉敷基地及び波方基地の建設に適用し、さらに温度計 0.01 度を含む評価システムにより気密性の評価を行った結果、これらの巨大貯槽空洞は極めて高い気密性を有すると判定され、一連の手法及びシステムの有用性を実証できた。

以上のように本研究において、我が国の不均質な岩盤において、高圧ガスの水封式地下岩盤貯蔵を可能とする地下水制御手法と、岩盤内の巨大空洞の気密性評価手法を提案し、国内 2 カ所の LPG 貯槽基地に対して適用し、その有用性を実証したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 27 年 2 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。